

**BUNDEREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY DOCUMENT**  
 SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
 COMPLIANCE WITH  
 RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 26 JAN 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
 einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

103 00 776.8

**Anmeldetag:**

11. Januar 2003

**Anmelder/Inhaber:**

Thales Electron Devices GmbH, Ulm/DE

**Bezeichnung:**

Ionenbeschleuniger-Anordnung

**IPC:**

H 05 H, F 03 H, B 64 G

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
 ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 25. November 2003  
 Deutsches Patent- und Markenamt

**Der Präsident**

Im Auftrag

Slect.

**BEST AVAILABLE COPY**

## Ionenbeschleuniger-Anordnung

Die Erfindung betrifft eine Ionenbeschleuniger-Anordnung der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art.

5

Ionenbeschleuniger-Anordnungen sind beispielsweise im Einsatz zur Oberflächenbehandlung, insbesondere in der Halbleitertechnologie, oder als Antrieb für Raumflugkörper. Ionen werden typischerweise aus einem neutralen Arbeitsgas für Antriebszwecke, insbesondere einem Edelgas erzeugt und beschleunigt. Zur Erzeugung und Beschleunigung von Ionen haben sich insbesondere zwei Bauprinzipien durchgesetzt.

10

15

Bei den Gitterbeschleunigern werden aus einem Plasma die positiv geladenen Ionen mittels einer Gitteranordnung, bei welcher ein erstes, an die Plasmakammer angrenzendes Gitter auf ein Anodenpotential und ein in Strahlaustrittsrichtung versetztes zweites Gitter auf einem negativeren Kathodenpotential liegen. Eine derartige Anordnung ist beispielsweise aus der US 3613370 bekannt. Durch Raumladungseffekte ist die Ionenstromdichte einer solchen Beschleunigeranordnung auf niedrige Werte begrenzt.

20

25

Eine andere Bauform sieht eine Plasmakammer vor, welche zum einen von einem elektrischen Feld zur Beschleunigung positiv geladener Ionen in Richtung einer Strahlaustrittsöffnung und zum anderen von einem Magnetfeld zur Führung von Elektronen, welche zur Ionisation eines neutralen Arbeitsgases dienen, durchsetzt ist. Seit längerer Zeit gebräuchlich sind insbesondere Beschleunigeranordnungen mit einer ringförmigen Plasmakammer, in welcher das Magnetfeld vorwiegend radial verläuft und Elektronen unter dem Einfluss der elektrischen und magnetischen Felder sich auf geschlossenen Driftbahnen be-

wegen. Eine derartige Beschleunigeranordnung ist beispielsweise aus der US 5 847 493 bekannt.

Bei einem neuen Typ einer Ionenbeschleuniger-Anordnung mit elektrischen  
5 und magnetischen Feldern in einer Plasmakammer zeigt das Magnetfeld eine  
besondere Struktur mit überwiegend zur Längsrichtung parallelem Feldverlauf  
in Längsabschnitten zweiter Art und überwiegend zur Längsrichtung senkrech-  
tem, insbesondere radialem Verlauf in Längsabschnitten erster Art, welche ins-  
besondere einen auch als cusp bezeichneten Verlauf des Magnetfelds zeigen.  
10 Die Anordnung ist vorzugsweise mehrstufig aufgebaut mit alternierend aufein-  
anderfolgenden Längsabschnitten erster und zweiter Art. Derartige Ionenbe-  
schleuniger-Anordnungen sind beispielsweise bekannt aus DE 100 14 033 A1.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Wirkungsgrad ei-  
15 ner Ionenbeschleuniger-Anordnung weiter zu verbessern.

Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 beschrieben. Die abhängigen Ansprüche  
enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

20 Die Erfindung geht aus von der an sich aus der DE 100 14 033 A1 bekannten  
Magnetfeldstruktur, welche in der Ionisations-(oder Plasma-)Kammer in Längs-  
richtung der Anordnung in einem Abschnitt zweiter Art eine überwiegend zur  
Längsrichtung parallele Feldrichtung und in einem Abschnitt erster Art eine  
demgegenüber stärkere, insbesondere überwiegende Feldkomponente senk-  
25 recht zur Längsrichtung aufweist. Das Magnetfeld geht kontinuierlich und mo-  
noton von einem Abschnitt erster Art in einen diesem benachbarten Abschnitt  
zweiter Art über und umgekehrt, wobei die benachbarten Abschnitte erster und  
zweiter Art in Längsrichtung beabstandet sein oder unmittelbar aneinander an-  
schließen können. Die Längsrichtung einer Ionenbeschleuniger-Anordnung fällt

im wesentlichen mit der mittleren Bewegungsrichtung der beschleunigten Ionen bzw. einer Symmetrieachse der Ionisationskammer zusammen.

5 Durch die Verringerung des Abstands zwischen einander senkrecht zur Längsrichtung gegenüberstehender Wandflächen der die Ionisationskammer begrenzenden Wände in dem Längsabschnitt zweiter Art wird das dem Arbeitsgas in diesem Abschnitt zur Verfügung stehende Volumen gegenüber einer Ausführung mit gleichbleibendem Wandabstand reduziert und zugleich das Arbeitsgas in der Mitte zwischen den gegenüberstehenden Wandflächen konzentriert.

10 Es zeigt sich überraschenderweise, dass hierdurch der Gesamtwirkungsgrad der Anordnung, in welchen insbesondere der Ionisationswirkungsgrad und der elektrische Wirkungsgrad eingehen, deutlich ansteigt.

15 Vorzugsweise ist der Abstand gegenüberstehender Wandflächen in dem Abschnitt zweiter Art nicht nur zueinander sondern auch bezüglich einer insbesondere zur Längsrichtung parallelen Mittellinie oder Mittelfläche verringert gegenüber dem Wandabstand in einem benachbarten Längsabschnitt erster Art.

20 Der minimale Wandabstand in einem Abschnitt zweiter Art ist vorteilhafterweise um wenigstens 15 %, vorzugsweise um wenigstens 20 %, insbesondere um wenigstens 25 % geringer als der maximale Wandabstand in einem benachbarten Abschnitt erster Art. Vorteilhafterweise ist wenigstens eine, vorzugsweise beide der sich gegenüberstehenden Wandflächen in einem Abschnitt zweiter Art zur Ionisationskammer hin versetzt, insbesondere in Form einer Wölbung mit einer in Längsrichtung kontinuierlich verlaufenden, vorzugsweise monoton gekrümmten Wandfläche.

25

Die einander gegenüberstehenden Wandflächen können isolierend aus dielektrischem Material bestehen oder metallisch oder teilweise metallisch sein, insbesondere in der Art, dass in dem Abschnitt bzw. Abschnitten zweiter Art eine metallische Wandfläche vorliegt, welche eine Zwischenelektrode auf festem oder gleitendem Potential bildet und in Längsrichtung durch isolierende Wandabschnitte begrenzt ist, und die Wandflächen in den Abschnitten erster Art elektrisch isolierend sind.

Vorteilhafterweise ist die Ionenbeschleuniger-Anordnung im Längsverlauf der Plasma-Kammer mehrstufig aufgebaut in der Art, dass mehrere Abschnitte erster Art alternierend mit Abschnitten zweiter Art aufeinanderfolgen, wobei vorzugsweise die Längskomponenten in durch einen Abschnitt erster Art getrennten Abschnitten zweiter Art abwechselnd entgegengesetzt sind, die Längskomponente des Magnetfelds somit bei Durchlaufen eines Abschnitts erster Art umkehrt. Eine derartige mehrstufige Magnetfeldstruktur ist aus dem Stand der Technik an sich bekannt. Die erfindungswesentliche Verringerung des Wandabstands kann dann in nur einem, mehreren oder allen Abschnitten zweiter Art gegeben sein. Bei Vorliegen der Verringerung des Wandabstands in mehreren oder allen Abschnitten zweiter Art gegenüber benachbarten Abschnitten erster Art kann dabei auch das quantitative Ausmaß der relativen Verringerung von Abschnitt zu Abschnitt variieren. Vorzugsweise liegt eine Verringerung des Wandabstands wenigstens in dem in Längsrichtung der Anode nächsten Abschnitt zweiter Art vor und/oder ist bei quantitativer Variation über mehrere Abschnitte die Verringerung in diesem Abschnitt am stärksten.

Die Anode ist vorzugsweise am in Längsrichtung der Ionen-Austrittsöffnung entgegengesetzten Ende der Ionisationskammer angeordnet. Die Kathode ist vorteilhafterweise als Primärelektronenquelle ausgebildet, aus welcher Primärelektronen durch die Ionen-Austrittsöffnung in die Plasmakammer geleitet

werden und/oder welche Elektronen zur Neutralisierung eines aus der Ionisationskammer austretenden Ionen- oder Plasmastrahls dienen, und vorzugsweise außerhalb der Ionisationskammer und gegen die Austrittsöffnung seitlich versetzt angeordnet.

5

Die erfindungsgemäße Ionenbeschleuniger-Anordnung kann sowohl zur Abgabe eines positiv geladenen Ionenstrahls als auch, insbesondere in der bevorzugten Anwendung im Antrieb eines Raumfahrzeugs zur Abgabe eines neutralen Plasmastrahls dienen. In anderer Anwendung können die beschleunigten Ionen insbesondere zur Behandlung von Festkörperoberflächen und oberflächennahen Schichten eingesetzt sein.

10

Die Erfindung ist nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Abbildungen noch eingehend veranschaulicht. Dabei zeigt:

15

Fig. 1 einen Magnetfeldverlauf in einer Ionisationskammer,

Fig. 2 eine mehrstufige Anordnung.

20

Bei der in Fig. 1 skizzierten Anordnung ist der für die vorliegende Erfindung vorausgesetzte Magnetfeldverlauf in einer Ionisationskammer IK schematisch skizziert. Die Ionisationskammer sei als ringförmig rotationssymmetrisch um eine Mittel-Längsachse SA, welche in Längsrichtung LR der Anordnung liegt, angenommen. Eine bezüglich der Ionisationskammer radial innen liegende Magnetanordnung MG<sub>i</sub> und eine radial außen liegende Magnetanordnung MG<sub>e</sub> erzeugen in der Ionisationskammer IK ein Magnetfeld, welches wenigstens einen Längsabschnitt MA1<sub>N</sub> erster Art und wenigstens einen diesem in Längsrichtung benachbarten Längsabschnitt MA2<sub>N</sub> zweier Art aufweist. Vor-

25

zugsweise weist das Magnetfeld in der Ionisationskammer in Längsrichtung alternierend aufeinanderfolgend mehrere Längsabschnitte erster und zweiter Art auf wie in dem in Fig. 2 skizzierten Beispiel und wie in Fig. 1 durch einen weiteren Längsabschnitt  $MA_{2N+1}$  angedeutet.

5

Im Längsabschnitt zweiter Art  $MA_{2N}$  zeigt das Magnetfeld eine überwiegend zur Längsachse SA parallele Feldrichtung, wogegen im Längsabschnitt  $MA_{1N}$  erster Art das Magnetfeld eine demgegenüber größere radiale, d. h. senkrecht zur Längsachse gerichtete Komponente besitzt. Der Längsabschnitt  $MA_{1N}$  erster Art ist im Beispiel so gewählt, dass die radiale Feldkomponente deutlich überwiegt. Längsabschnitte erster und zweiter Art können unmittelbar aneinander anschließend definiert sein, sind im skizzierten Beispiel zur klaren Abgrenzung mit überwiegender Längskomponente im Abschnitt  $MA_{2N}$  und überwiegender Radialkomponente im Längsabschnitt  $MA_{1N}$  aber durch einen nicht näher bezeichneten Übergangsabschnitt beabstandet. Im Längsabschnitt  $MA_{2N}$  zweiter Art nimmt der Betrag des magnetischen Flusses von den seitlichen Kammerwänden zur Mitte hin ab, ebenso wie im Längsabschnitt erster Art der magnetische Fluss an den Kammerwänden größer ist als in der Mitte zwischen gegenüberliegenden Wandflächen. Die soweit beschriebene Magnetfeldstruktur ist an sich, z. B. aus DE 10014033 A1 bekannt, ebenso Magnetanordnungen zur Erzeugung einer solchen Magnetfeldstruktur. Die Feldverteilung des Magnetfeldes in Fig. 1 ist lediglich schematisch und nicht quantitativ zu verstehen.

10

15

20

25

Wesentlich für die vorliegende Erfindung ist nun, dass im Bereich des Längsabschnitts  $MA_{2N}$  zweiter Art der radiale Abstand der einander senkrecht zur Längsachse SA gegenüberstehenden Wandflächen  $WF_{2iN}$ ,  $WF_{2eN}$  geringer ist als der radiale Wandabstand von Wandflächen  $WF_{1iN}$ ,  $WF_{1eN}$  im Längsabschnitt  $MA_{1N}$  erster Art. Die lichte radiale Weite der Ionisationskammer ist damit im Längsabschnitt  $MA_{2N}$  zweiter Art gegenüber dem Längsabschnitt  $MA_{1N}$

erster Art reduziert. Vorzugsweise sind im Abschnitt  $MA2_N$  beide gegenüberstehenden Wandflächen  $WF2i_N$ ,  $WF2e_N$  gegenüber den in Längsrichtung benachbarten Wandflächen  $WF1i_N$ ,  $WF1e_N$  radial zur Mitte der Ionisationskammer hin verschoben. Gegenüber einer Kammergeometrie mit in Abschnitten erster und zweiter Art gleichem radialem Wandabstand wird dadurch im Abschnitt  $MA2_N$  eine Konzentration des Arbeitsgases, insbesondere auch der nicht ionisierten Atome im radialen inneren Bereich erzwungen, wo aufgrund geringeren magnetischen Flusses eine höhere Elektronendichte und damit höhere Ionisationswahrscheinlichkeit vorliegt.

Der Verlauf der Wandflächen in Längsrichtung kann in beiden Abschnitten jeweils parallel zur Längsachse SA sein mit einer Stufe oder Rampe als Übergang. Bevorzugt ist aber zumindest im Längsabschnitt  $MA2_N$  zweiter Art ein nicht zur Längsachse SA paralleler Verlauf, welcher dem Feldlinienverlauf des Magnetfelds in diesen Längsabschnitt besser angenähert ist als ein zu SA paralleler Wandverlauf. Insbesondere kann die Wandfläche  $WF2i_N$  und/oder  $WF2e_N$  zur radialen Mitte der Ionisationskammer hin gewölbt sein mit einem minimalen Wandabstand  $D2L$ , welcher in Längsrichtung zum benachbarten Abschnitt  $MA1_N$  erster Art hin zunimmt. Der Verlauf der Wandfläche  $WF2i_N$  und/oder  $WF2e_N$  kann insbesondere kontinuierlich monoton gekrümmt oder einer solchen Form, z. B. mit mehreren geraden Teilverläufen angenähert sein.

In entsprechender Weise können die Wandflächen  $WF1i_N$  und/oder  $WF1e_N$  einen in Längsrichtung geraden oder gekrümmten Verlauf aufweisen, wobei bei diesen Flächen der vereinfachten Herstellung halber typischerweise ein zur Längsachse paralleler gerader Verlauf im Regelfall günstig ist.

Der radiale Wandabstand im Längsabschnitt  $MA2_N$  zweiter Art bzw. bei nicht zu SA parallelem Wandverlauf der dortige minimale radiale Wandabstand  $D2L$  ist



vorzugsweise um wenigstens 15 %, vorzugsweise um wenigstens 20 %, insbesondere um wenigstens 25 % geringer als der Wandabstand im benachbarten Längsabschnitt erster Art bzw. bei nicht zu SA parallelem Verlauf der dortige maximale Wandabstand  $D1M$ , d. h.  $D2L \leq 0,85 D1M$  bzw.  $0,80 D1M$  bzw.  $0,75 D1M$ .

Die Wandflächen der Kammerwand können aus elektrisch isolierendem Material oder aus elektrisch leitendem Material oder auch teilweise aus elektrisch leitendem Material, insbesondere nicht magnetisierbarem Metall bestehen. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Wandflächen  $WF2i_N$ ,  $WF2e_N$  metallisch und die Wandflächen  $WF1_N$ ,  $WF1e_N$  isolierend. Die metallischen Wandflächen können dann vorteilhafterweise als Teile der Elektrodenanordnung Zwischenelektroden auf elektrischen Zwischenpotentialen zwischen den Potentialen einer Anode und einer Kathode bilden, wobei die Zwischenpotentiale vorgebar sein können oder bei isolierten, nicht kontaktierten Zwischenelektroden sich im Betrieb gleitend einstellen. Bei metallischen Wandflächen  $WF2i_N$ ,  $WF2e_N$  kann insbesondere auch vorgesehen sein, dass metallische Elektroden auf eine im wesentlichen zylindrische isolierende Kammerhülle auf oder eingesetzt und fixiert sind und durch ihre der Kammerhülle abgewandten, der Ionisationskammer und der gegenüberliegenden Wandfläche zugewandten Flächen die Wandflächen  $WF2i_N$  bzw.  $WF2e_N$  bilden.

In Fig. 2 ist eine in Längsrichtung mehrstufige Anordnung skizziert, bei welcher in an sich, z. B. aus DE 100 14 033 A1 bekannter Weise in Längsrichtung mehrere Längsabschnitte erster und zweiter Art alternierend aufeinanderfolgen, wobei zwei zu einem dazwischenliegenden Abschnitt erster Art ( $MA1_N$  in Fig. 1) benachbarte Abschnitte zweiter Art ( $MA2_N$ ,  $MA2_{N+1}$  in Fig. 1) entgegengesetzte Längskomponenten des Magnetfelds zeigen. Während in Fig. 1 eine ringförmige Kammergeometrie um eine zentrale Mittel-Längsachse SA und eine innere

und eine äußere Magnetanordnung Mgi, Mge vorgesehen sind, ist in der Skizze nach Fig. 2 eine bevorzugte Kammergeometrie mit einfach zusammenhängender Querschnittsfläche der die Mittellängsachse SAZ enthaltenden Ionisationskammer IKZ, welche insbesondere im wesentlichen drehsymmetrisch um die zur Längsrichtung parallele Mittellängsachse SAZ sein kann, zugrunde gelegt. Die Magnetanordnung besteht in diesem Fall in wiederum an sich bekannter Weise lediglich aus einer die Kammerhülle umgebenden äußeren Magnetanordnung MG. Beide einander gegenüberstehenden Wandflächen gehören dann zu derselben um die Mittellängsachse SAZ geschlossenen und die Ionisationskammer seitlich umgebenden Kammerwand. Die Ionisationskammer zeigt eine Strahlaustrittsöffnung, aus welcher ein im Regelfall leicht divergierender Ionen- oder Plasmastrahl PB mit mittlerer Ionenbewegung in Längsrichtung LR austritt. Außerhalb der Ionisationskammer bei der Austrittsöffnung AU und seitlich gegen diese versetzt ist als Teil der Elektrodenanordnung eine Kathode KA, welche auf Kathodenpotential liegt und Elektronen emittiert, angeordnet. Ein Teil IE dieser Elektronen wird durch das elektrische Feld der Elektrodenanordnung in die Ionisationskammer geleitet und dient dort in bekannter Weise zur Ionisation des Arbeitsgases und dabei insbesondere auch der Erzeugung von Sekundärelektronen. Ein anderer Teil NE der von der Kathode emittierten Elektronen kann zur Neutralisierung eines positiv geladenen Teilchenstroms PB dienen.

In anderer vorteilhafter Ausführungsform ist keine externe Elektronenquelle zur Erzeugung von Primärelektronen für die Gasionisation und/oder für die Neutralisation eines Plasmastrahls mit überschüssiger positiver Ladung vorgesehen. Die Kathode kann dann insbesondere durch einen die Austrittsöffnung der Ionisationskammer umgebenden, auf Kathodenpotential liegendem Gehäuseteil gegeben sein.

Eine Anode A0 als Teil der Elektrodenanordnung ist an dem der Austrittsöffnung AU in Längsrichtung LR entgegengesetzten Ende der Ionisationskammer angeordnet und liegt auf Anodenpotential. Ein neutrales Arbeitgas, für Antriebszwecke vorzugsweise ein schweres Edelgas wie Xenon (Xe) ist in die Ionisationskammer einleitbar, wofür in der Skizze eine anodenseitige zentrale Zuleitung eingetragen ist. Eine typische Verteilung eines aus Elektronen und positiven Gasionen bestehenden Plasmas ist in gekreuzter Schraffur in der Ionisationskammer eingezeichnet.

Die Magnetanordnung bildet in der Ionisationskammer IKZ ein Magnetfeld aus, welches in Längsrichtung alternierend aufeinanderfolgend Längsabschnitte MA11, MA12 erster Art und Längsabschnitte MA21, MA22, MA23 zweiter Art aufweist. Es sei angenommen, dass, wie skizziert, der in diesem Fall dem Durchmesser der Ionisationskammer gleiche Abstand gegenüberliegender Wandflächen in allen Längsabschnitten erster Art sowie in gegebenenfalls vorliegenden Übergangsabschnitten konstant gleich DZ sei.

In dem skizzierten Beispiel, welches der Anschaulichkeit halber mehrere Gestaltungsvarianten für die Längsabschnitte MA21, MA22, MA23 zweiter Art vereint zeigt, ist die Ionisationskammer im Längsabschnitt MA21 durch eine die zentrale Längsachse ringförmig umgebende Einwölbung mit einer Wandfläche WF21 auf einen minimalen Durchmesser D21L eingeengt. Die Wandfläche WF21 sei als elektrisch isolierend angenommen. Im Längsabschnitt MA22 ist der Durchmesser der Ionisationskammer bis auf einen Wert D22L reduziert, wobei durch größere Bemessung von D22L gegenüber D21L einer eventuell auftretenden Aufweitung des Plasmas in der zweiten gegenüber der ersten Stufe Rechnung getragen werden kann und den elektrischen Wirkungsgrad beeinträchtigende Wandverluste gering gehalten werden können. Die Wandfläche WF22 oder die gesamte Durchmesserverengung in diesem Abstand sei

metallisch und bilde eine erste Zwischenelektrode A1 auf einem festen Zwischenpotential. Im Abschnitt MA23 schließlich ist eine Elektrode A2 geringer radialer Dicke vorgesehen, welche den Durchmesser D23L in diesem Abschnitt nicht oder nicht nennenswert gegenüber DZ reduziert, und welche unkontaktiert  
5 im Betrieb gleitend ein Zwischenpotential einnimmt. Die Elektrodenanordnung kann auch in der Unterteilung in Längsrichtung von der Unterteilung des Magnetfelds in Längsabschnitte erster und zweiter Art abweichen.

Die vorstehend und die in den Ansprüchen angegebenen sowie die den Abbildungen entnehmbaren Merkmale sind sowohl einzeln als auch in verschiedener Kombination vorteilhaft realisierbar. Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern im Rahmen fachmännischen Könnens in mancherlei Weise abwandelbar. Insbesondere können die Wandflächen in den Abschnitten zweiter Art auf verschiedene andere Weisen ge-  
15 formt und dabei isolierend, elektrisch leitend oder auch in sich nur teilflächenweise elektrisch leitend sein. Die Abmessungen der einzelnen Längsabschnitte und/oder der Zwischenelektroden können von Stufe zu Stufe variieren. Merkmale bekannter Ionenbeschleuniger-Anordnungen können mit den erfindungswesentlichen Merkmalen kombiniert werden. Der Querschnitt der Ionisationskammer kann auch von der drehsymmetrischen Form abweichen und eine  
20 langgestreckte Form annehmen.

Patentansprüche:

1. Ionenbeschleuniger-Anordnung mit einer Ionisationskammer, einer Elektrodenanordnung und einer Magnetanordnung, wobei

5

- die Ionisationskammer in einer Längsrichtung eine Ionen-Austrittsöffnung aufweist und quer zur Längsrichtung durch wenigstens eine Seitenwand begrenzt ist und dass über eine von der Austrittsöffnung beabstandete Zuleitungsöffnung Arbeitsgas in die Ionisationskammer einleitbar ist,

10

- die Elektrodenanordnung wenigstens eine Kathode und eine Anode enthält und in der Ionisationskammer ein elektrisches Feld zur Beschleunigung von positiv geladenen Arbeitsgas-Ionen in Richtung der Austrittsöffnung erzeugt,

15

- die Magnetanordnung in der Ionisationskammer ein Magnetfeld erzeugt, welches in Längsrichtung wenigstens einen Längsabschnitt zweiter Art mit im wesentlichen zur Längsrichtung paralleler Magnetfeldrichtung und einen diesem benachbarten Längsabschnitt erster Art mit demgegenüber höherem Anteil der Feldkomponente senkrecht zur Längsrichtung aufweist,

20

dadurch gekennzeichnet, dass der Wandabstand zwischen einander gegenüberstehenden Wandflächen in dem Längsabschnitt zweiter Art geringer ist als in dem Längsabschnitt erster Art.

25

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der minimale Wandabstand im Längsabschnitt zweiter Art um wenigstens 15 %, insbe-

sondere um wenigstens 25 % geringer ist als der maximale Wandabstand im Längsabschnitt erster Art.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im  
5 Längsabschnitt zweiter Art der Wandverlauf in Längsrichtung eine monoton gekrümmte Wölbung zur Ionisationskammer hin aufweist.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass Längsabschnitte erster und zweiter Art alternierend aufeinanderfolgen.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,  
dass in einem Längsabschnitt erster Art eine Richtungsumkehr der Längs-  
komponente des Magnetfelds eintritt.
- 15 6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Kammerwand in einem Längsabschnitt zweiter Art zumindest teil-  
weise durch eine Zwischenelektrode gebildet ist.
- 20 7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anode an dem in Längsrichtung der Austrittsöffnung entgege-  
setzten Ende der Ionisationskammer angeordnet ist.
- 25 8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Kathode als Primärelektronenquelle ausgebildet und außerhalb der  
Ionisationskammer seitlich gegen die Austrittsöffnung versetzt angeordnet  
ist.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass keine externe Elektronenquelle als Neutralisator oder Primärelektronenquelle vorgesehen ist.

### Zusammenfassung.

Für eine Ionenbeschleuniger-Anordnung mit einer speziellen Magnetfeldstruktur mit abwechselnd überwiegend Längs- und Querverlauf des Magnetfelds wird  
5 eine Geometrie der Ionisationskammer mit dem Verlauf des Magnetfelds angepasster nicht zylindrischer Form der Kammerwand vorgeschlagen.



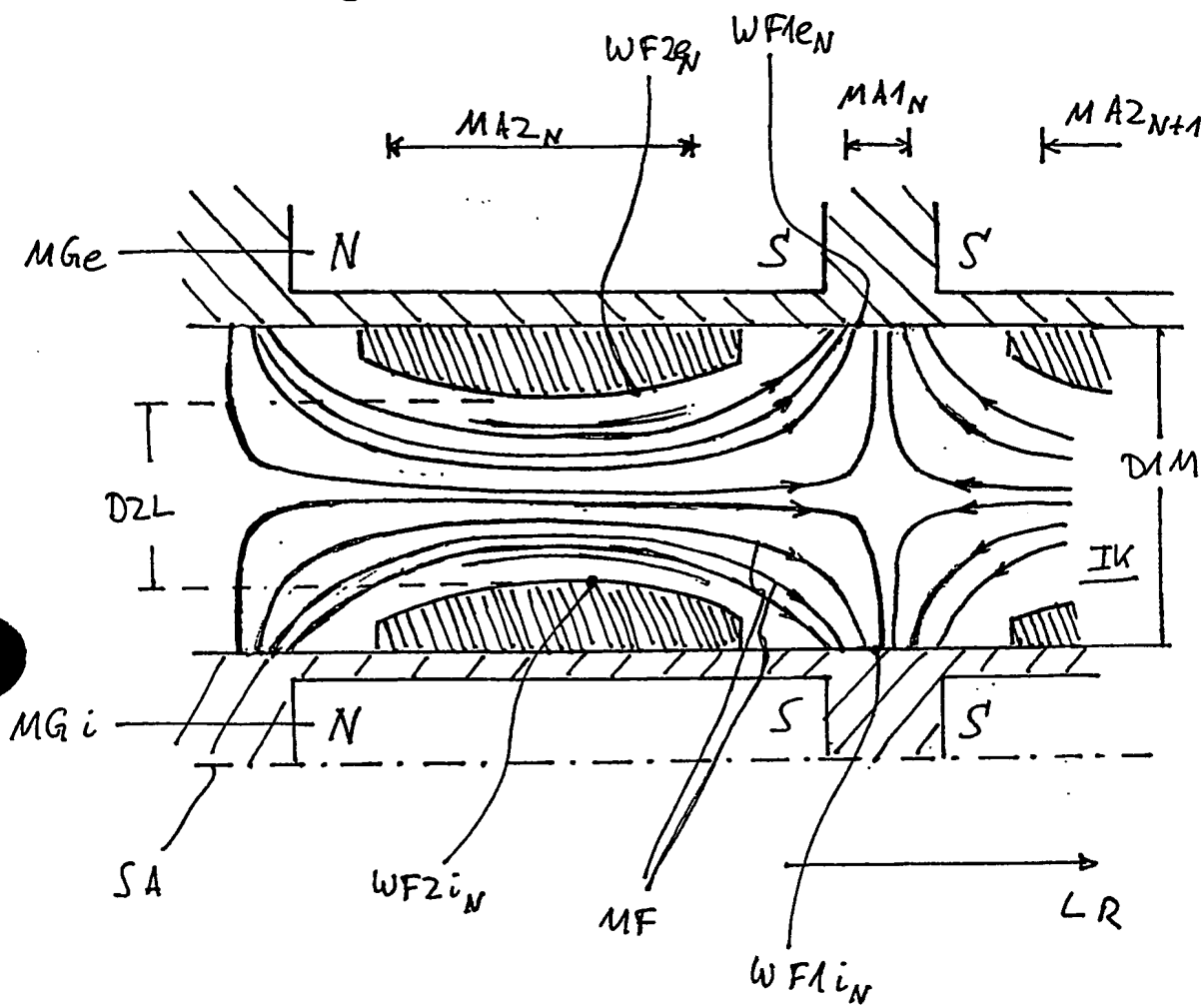


Fig. 1

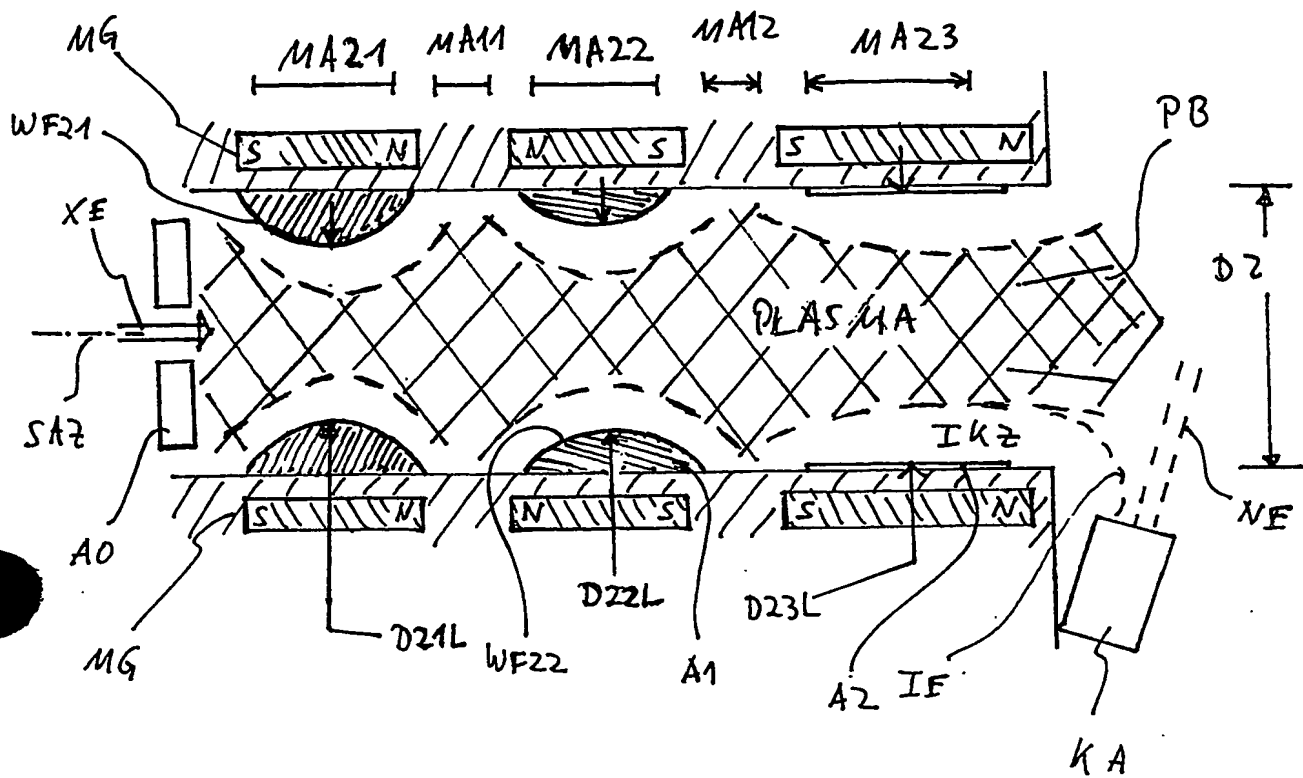


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**